

燃料電池用電磁弁

発明の背景

発明の分野：

- 5 本発明は、燃料電池システムにおいて、燃料電池から反応ガスを排気する燃料電池用電磁弁に関する。

関連する技術の記述：

- 10 従来、固体高分子膜型燃料電池は、固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込んで形成されたセルに対し、複数のセルを積層して構成されたスタック（以下、燃料電池という）を備えている。そして、アノードに燃料として水素が供給され、カソードに酸化剤としてエアーが供給されることにより、アノードで触媒反応により発生した水素イオンが、固体高分子電解質膜を通過してカソードまで移動して、前記カソードで電気化学反応を起こして発電するようになっている。

- 15 このような燃料電池装置は、例えば、燃料電池のカソード側に反応ガスとしてエアーを供給するためのエアーコンプレッサ等を備え、さらに、燃料電池のアノード側に反応ガスとして水素を供給する圧力制御弁を備えている。そして、燃料電池のカソード側に対するアノード側の反応ガスの圧力を所定圧に調圧して所定の発電効率を確保すると共に、燃料電池に供給される反応ガスの流量を制御する
20 ことで所定の出力が得られるように設定されている。

ところで、本出願人は、この種の燃料電池装置に関し、低温状況下においても安定且つ円滑に開閉動作を遂行して反応ガスを外部へと好適に排気することが可能な燃料電池用電磁弁を提案している（特願２００２－３４７１５６号）。

- 25 なお、本発明に関連する文献公知発明としては、燃料電池システムを構成する水素戻しラインに対し、制御部によって開閉制御可能な逆止弁を設け、水素パー
ージ中における余剰水素の再循環及び新規水素の外部放出を防止し、確実な水素パー
ージの実施と新規水素の無駄防止を図ることが可能な燃料電池システムが挙げら
れる（例えば、特開２００２－９３４３８号公報参照）。

発明の概要

本発明の一般的な目的は、低温状況下においても安定かつ円滑に開閉動作を行って反応ガスを外部へと排気させることが可能な燃料電池用電磁弁を提供することにある。

- 5 本発明の主たる目的は、本体部の内部に設けられるダイヤフラムに付与される圧力を低減して前記ダイヤフラムの耐久性を向上させることが可能な燃料電池用電磁弁を提供することにある。

添付した図面と協同する次の好適な実施の形態例の説明から、上記の目的及び他の目的、特徴及び利点がより明らかになるであろう。

10

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る燃料電池用電磁弁が組み込まれた燃料電池システムの構成図である。

図2は、本発明の第1の実施の形態に係る燃料電池用電磁弁の平面図である。

- 15 図3は、図2のⅠⅠⅠ－ⅠⅠⅠ線に沿った縦断面図である。

図4は、図3における燃料電池用電磁弁の弁開状態を示す縦断面図である。

図5は、図2のⅤ－Ⅴ線に沿った縦断面図である。

図6は、図3に示す第1ポートに装着された絞り部材の一部省略拡大縦断面図である。

- 20 図7は、図3に示すダイヤフラム及びシャフトの一部省略拡大縦断面図である。

図8は、図4に示す燃料電池用電磁弁の弁座の内部に絞り部材を設けた状態を示す拡大縦断面図である。

図9は、図4に示す燃料電池用電磁弁においてシャフトに向かって内周面をテーパ状に突出させた弁座を設けた状態を示す拡大縦断面図である。

- 25 図10は、本発明の第2の実施の形態に係る燃料電池用電磁弁の平面図である。

図11は、図10のⅩⅠ－ⅩⅠ線に沿った縦断面図である。

図12は、図11における燃料電池用電磁弁の弁開状態を示す縦断面図である。

図13は、図10のⅩⅠⅠⅠ－ⅩⅠⅠⅠ線に沿った縦断面図である。

好ましい実施の形態例の記述

図１は、本発明の第１の実施の形態に係る燃料電池用電磁弁１０、３００が組み込まれる燃料電池システム２００の構成図である。なお、燃料電池システム２００は、例えば、自動車等の車両に搭載される。まず、前記燃料電池システム２
5 ００の構成について説明する。

図１に示すように、この燃料電池システム２００は、例えば、固体ポリマーイオン交換膜等からなる固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込んで形成されたセルを、複数枚積層して設けた燃料電池スタック２０２を含む。

10 燃料電池スタック２０２には、燃料として、例えば、水素が供給されるアノードと、酸化剤として、例えば、酸素を含むエアーが供給されるカソードとが設けられる。なお、第１及び第２の実施の形態で用いられる反応ガスは、水素、エアー、又は、水素、エアー中の余剰水素を総称するものとする。

カソードには、酸化剤供給部２０４からエアーが供給されるエアー供給口２０
15 ６と、前記カソード内のエアーを外部に排出するためのエアー排出部２０８が接続されたエアー排出口２１０とが設けられる。一方、アノードには、燃料供給部２１２から水素が供給される水素供給口２１４と、水素排出部２１６が接続された水素排出口２１８とが設けられる。

また、燃料電池スタック２０２では、アノードで触媒反応により発生した水素
20 イオンが、固体高分子電解質膜を通過してカソードまで移動し、カソードで酸素と電気化学反応を起こして発電するように設定されている。

エアー供給口２０６には、エアー供給用通路を介して酸化剤供給部２０４、放熱部２２０、カソード加湿部２２２がそれぞれ接続され、また、前記エアー排出口２１０には、エアー排出用通路を介してエアー排出部２０８が接続される。

25 水素供給口２１４には、水素供給用通路を介して燃料供給部２１２、圧力制御部２２４、エゼクタ２２６、アノード加湿部２２８がそれぞれ接続され、また、前記水素排出口２１８には、循環用通路２３０を介して水素排出部２１６が接続される。

酸化剤供給部２０４は、例えば、図示しないエアーコンプレッサ（圧縮機）及

びこれを駆動するモータ等から構成され、燃料電池スタック 202 で酸化剤ガスとして使用される供給エアーを断熱圧縮して燃料電池スタック 202 に圧送する。

また、酸化剤供給部 204 から供給されるエアーは、例えば、燃料電池スタック 202 の負荷や図示しないアクセルペダルの操作量等に応じて所定の圧力に設定されて燃料電池スタック 202 に導入される。そして、このエアーが後述する放熱部 220 によって冷却された後、バイパス通路 232 を介して圧力制御部 224 にパイロット圧として供給される。

放熱部 220 は、例えば、図示しないインタークーラ等から構成され、流路に沿って流通する冷却水と熱交換することによって、燃料電池スタック 202 の通常運転時において前記酸化剤供給部 204 から供給される供給エアーを冷却する。このため、供給エアーは、所定温度に冷却された後、カソード加湿部 222 に導入される。

カソード加湿部 222 は、例えば、水透過膜を備えて構成され、水分を水透過膜の一方側から他方側へと透過させることにより、放熱部 220 によって所定の温度に冷却されたエアーを所定の湿度に加湿して、燃料電池スタック 202 のエアー供給口 206 へと供給している。この加湿されたエアーは、燃料電池スタック 202 に供給され、該燃料電池スタック 202 の固体高分子電解質膜のイオン導電性が所定の状態に確保される。

なお、燃料電池スタック 202 のエアー排出口 210 には、エアー排出部 208 が接続され、前記エアー排出部 208 に設けられた図示しない排出弁を通じてエアーが大気中に排気される。

燃料供給部 212 は、例えば、燃料電池に対する燃料として水素を供給する図示しない水素ガスボンベからなり、燃料電池スタック 202 のアノード側に供給する供給水素が貯蔵される。

圧力制御部 224 は、例えば、空気式の比例圧力制御弁からなり、バイパス通路 232 を介して供給されるエアーの圧力をパイロット圧として前記圧力制御部 224 の出口側圧力である 2 次側圧力を所定範囲の圧力に設定している。

エゼクタ 226 は、図示しないノズル部とディフューザ部とから構成され、圧力制御部 224 から供給された燃料（水素）は、ノズル部を通過する際に加速さ

れてディフューザ部に向かって噴射される。燃料がノズル部からディフューザ部
に向かって高速で流通する際、前記ノズル部とディフューザ部との間に設けられ
た副流室内で負圧が発生し、循環用通路 230 を介してアノード側の排出燃料が
吸引される。エゼクタ 226 で混合された燃料及び排出燃料は、アノード加湿部
5 228 へと供給され、燃料電池スタック 202 から排出された排出燃料は、前記
エゼクタ 226 を介して循環するように設けられている。

従って、燃料電池スタック 202 の水素排出口 218 から排出された未反応の
排出ガスは、循環用通路 230 を介してエゼクタ 226 に導入される。そして、
圧力制御部 224 から供給された水素と、燃料電池スタック 202 から排出され
10 た排出ガスとが混合されて燃料電池スタック 202 に再び供給されるように設け
られている。

アノード加湿部 228 は、例えば、水透過膜を備えて構成され、水分を水透過
膜の一方側から他方側へと透過させることにより、エゼクタ 226 から導出され
た燃料を所定の湿度に加湿して、燃料電池スタック 202 の水素供給口 214 へ
15 と供給している。この加湿された水素は燃料電池スタック 202 に供給され、該
燃料電池スタック 202 の固体高分子電解質膜のイオン導電性が所定の状態に確
保される。

燃料電池スタック 202 の水素排出口 218 には、循環用通路 230 を介して
前記燃料電池スタック 202 の内部で余剰した水素を外部へと排気する水素排出
20 部 216 が接続される。水素排出部 216 には、燃料電池スタック 202 の運転
状態に応じて開閉動作が制御され、前記燃料電池スタック 202 の内部の水素を
外部へと排気する燃料電池用電磁弁 10 が設けられ、前記燃料電池用電磁弁 10
より反応ガスが排気される。

次に、前記燃料電池システム 200 に組み込まれた第 1 の実施の形態に係る燃
25 料電池用電磁弁 10 について好適な実施の形態を挙げ、図面を参照しながら以下
詳細に説明する。

この燃料電池用電磁弁 10 は、図 3～図 5 に示されるように、水素（反応ガ
ス）が導入される第 1 ポート 16 と前記水素が導出される第 2 ポート 18 とを有
する本体部 11 を備えている。また、燃料電池用電磁弁 10 には、金属製材料か

らなる薄板材によって形成され、前記本体部 11 の下部に一体的に連結されるケーシング 12 と、前記ケーシング 12 の内部に配設されるソレノイド部 14 と、前記ソレノイド部 14 の励磁作用下に第 1 ポート 16 と第 2 ポート 18 との連通状態を切り換える弁機構部 24 とを有する。

- 5 本体部 11 は、ケーシング 12 の上部に一体的に連結され、前記本体部 11 は、水素が導入される第 1 ポート 16 を有する第 1 バルブボディ 20 と、前記第 1 ポート 16 より内部に導入された水素を導出する第 2 ポート 18 を有する第 2 バルブボディ 22 とから構成される。

- 10 第 1 バルブボディ 20 には、略中央部に水素が導入される第 1 連通室 116 が形成されると共に、前記第 1 バルブボディ 20 の側面には、前記第 1 連通室 116 の内部に水素を導入する第 1 ポート 16 が形成されている。

- 15 また、第 1 バルブボディ 20 の上端部には、ねじ部材 82 及びワッシャ 118 を介して蓋部材 120 が装着され、前記第 1 バルブボディ 20 の上部を閉塞している。その際、第 1 バルブボディ 20 の上面に装着されるシール部材 60a によって第 1 連通室 116 の内部の気密が保持される。

蓋部材 120 には、下方に向かって突出したストッパ部 122 が形成されている。前記ストッパ部 122 は、後述する弁体 126 が蓋部材 120 側（矢印 A 方向）に変位した際、前記弁体 126 の端面を当接させることにより該弁体 126 の変位を規制している。

- 20 図 3 に示されるように、第 1 通路 123 には、網目状の有底円筒体からなるフィルタ 124 が装着され、前記フィルタ 124 の上流側の第 1 ポート 16 には、第 1 連通室 116 等に向かって供給される水素の流量を絞るオリフィス 125 を有する絞り部材 127 が装着される。この絞り部材 127 及びフィルタ 124 は、それぞれ同軸状に直列に配設される（図 6 参照）。なお、前記フィルタ 124 の
25 網目の開口径は、例えば、 $100\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $80\mu\text{m}$ 以下とするとよい。

この場合、第 1 ポート 16 にオリフィス 125 を有する絞り部材 127 を配設することにより、前記第 1 ポート 16 から第 2 ポート 18 側に向かって流通する水素の流量が制限され、第 2 連通室 84 に設けられたダイヤフラム 92 に付与さ

れる荷重を低減することができる。換言すると、第2連通室84を流通する圧力流体（水素）が減圧されることにより、前記ダイヤフラム92が許容範囲以上に變形することが阻止され、該ダイヤフラム92の耐久性を向上させることができる。

- 5 また、フィルタ124は、第1通路123を形成する管体の内周面に沿って圧入され、前記フィルタ124の拡張端部124aが、前記内周面に形成された第1環状段差部129aに突き当たることにより、該フィルタ124が位置決めされた状態で第1通路123内に係止される。このため、フィルタ124が第1通路123においてさらに内部側へと変位することが防止される。また、第1通路
- 10 123の内部にフィルタ124を装着することにより、第1連通室116の内部に塵埃等が進入することを阻止することができる。

- 従って、第1ポート16より燃料電池用電磁弁10の内部に塵埃等が進入した際、フィルタ124によって第1連通室116の内部に配設される弁体126（後述する）の当接面もしくは後述する弁座104の着座部106に塵埃等が付
- 15 着することが阻止される。そのため、塵埃等によって弁体126が着座部106に着座した際の気密性が低下することが防止される。

- また、第1連通室116の内部への塵埃等の進入が阻止されているため、前記塵埃等のシャフト46における摺動部位への進入に起因して該シャフト46の円滑な動作が妨げられることがない。それに加えて、燃料電池用電磁弁10の第2
- 20 ポート18から図示しないチューブを介して燃料電池システム200における下流側へと塵埃等が流出することが防止される。

- 一方、絞り部材127は、第1ポート16を形成する管体の内周面に沿って圧入され、該絞り部材127の端部127aが、前記内周面に形成された第2環状段差部129bに突き当たることにより、該絞り部材127が第1ポート16内
- 25 に位置決めされた状態で係止される（図6参照）。

さらに、フィルタ124の上流側にオリフィス125を有する絞り部材127を配設することにより、フィルタ124側に余分な加湿水分が導入されることが抑制され、該フィルタ124が目詰まりすることを低減することができる。

一方、第1ポート16の外周面には、環状溝を介してシール部材60bが装着

され、前記第1ポート16に図示しないチューブを装着した際、前記シール部材60bが前記チューブの内周面との間に挟持され、前記チューブの内部を流通する水素の気密性が保持される。

第2バルブボディ22は、図3及び図4に示されるように、第1バルブボディ20の下部にねじ部材82及びワッシャ118を介して一体的に連結される。

また、第2バルブボディ22には、図3～図5に示されるように、水素が導入される第2連通室84と、前記第2連通室84の内部に導入された水素が導出される第2ポート18とを備える。そして、第2バルブボディ22の側面には、前記第2ポート18と略直交し、ダイヤフラム92（後述する）の内部の流体を排気するエア抜きポート86（図5参照）とが設けられる。

この第2ポート18は、第2バルブボディ22の側面から半径外方向へと突出するように形成され、その内部に形成される第2通路88を介して第2連通室84と連通している。

第2連通室84には、第2バルブボディ22とソレノイド部14のシャフトガイド（固定コア）40（後述する）との間で挟持されたダイヤフラム92が設けられる。ダイヤフラム92は、例えば、高強度の基布をニトリルゴム（NBR）からなる薄肉のゴム状弾性体によって被覆した二層一体構造によって構成されることにより、耐圧性を向上させることができる。この結果、絞り部材127を介して第2連通室84に導入される圧力流体の減圧作用と伴って、ダイヤフラム92の耐久性をより一層向上させることができる。

また、ダイヤフラム92は、シャフト46（後述する）の段差部54と該シャフト46に装着される圧入固定部材93とによって挟持される挟持部94と、前記挟持部94より半径外方向へと延在して撓曲自在に形成された屈曲部96と、前記屈曲部96の外周端に形成される周縁部98とから構成される（図7参照）。なお、圧入固定部材93は、シャフト46の拡径部46aに対して圧入されている。

このダイヤフラム92を、シャフト46に形成された段差部54と、該シャフト46の拡径部46aに圧入される圧入固定部材93の端部とによって挟持することによりシール機能が発揮され、第2連通室84の気密性を好適に保持し、反

応ガスがソレノイド部 1 4 側に漏出することが阻止される。

燃料用電磁弁 1 0 の内部には、燃料電池スタック 2 0 2（図 1 参照）から導入される加湿された水素が水分を含有しているため、第 2 連通室 8 4 の内部に水分が進入するおそれがある。その際においても、ダイヤフラム 9 2 によって前記水分がソレノイド部 1 4 の内部へ進入することが防止されるため、シャフトガイド 4 0 とシャフト 4 6 との間に付着した水分が、寒冷地等の低温状況下において凍結することがない。また、前記水分が凍結することによってシャフト 4 6 の円滑な動作が妨げられることがない。

さらに、第 2 連通室 8 4 の内部の水分が、ダイヤフラム 9 2 によってソレノイド部 1 4 の内部へと進入することが確実に防止されるため、磁性金属製材料からなる可動コア 3 6 と非磁性金属製材料からなるシャフト 4 6 とに錆び等が生じることがなく耐久性を向上させることができる。

さらにまた、シャフト 4 6 が、シャフトガイド 4 0 の挿通孔 6 6 の内部を摺動して摩耗粉が発生した際、その摩耗粉等の塵埃がダイヤフラム 9 2 によって第 2 連通室 8 4 の内部へと進入することが防止される。その結果、摩耗粉等の塵埃が第 2 連通室 8 4 から第 2 ポート 1 8 を介して燃料電池システム 2 0 0（図 1 参照）における下流側へ流出することがない。

また、ダイヤフラム 9 2 の屈曲部 9 6 とフランジ部 6 2 の上面との間の空間 1 0 0 は、第 2 連通路（流体通路） 7 4 を介して流体通路 7 0 と連通している（図 5 参照）。

第 2 バルブボディ 2 2 の上部には、環状凹部 1 0 2 を介して弁座 1 0 4 が装着され、その周縁部 9 8 が第 1 バルブボディ 2 0 の下面との間に挟持されている。その際、弁座 1 0 4 の上面に装着されたシール部材 6 0 c によって第 1 バルブボディ 2 0 の内部の気密が保持される。

弁座 1 0 4 は、上方に向かって段階的に縮径するように形成され、その上端面には、前記弁体 1 2 6 が着座する着座部 1 0 6 が略水平に形成されている。

また、第 2 バルブボディ 2 2 の環状凹部 1 0 2 には、環状溝を介してシール部材 6 0 d が装着され、弁座 1 0 4 の下面が当接することにより該弁座 1 0 4 の内部と連通する第 2 連通室 8 4 の内部の気密を保持している。

さらに、図 8 に示されるように、第 1 ポート 1 6（図 3 参照）から第 1 連通室 1 1 6 へと流通する水素の流量を制限する絞り部材 1 2 7（図 3 参照）の代わりとして、第 2 バルブボディ 2 2 の上部に設けられ、シャフト 4 6 の第 2 軸部 5 0 に向かって徐々に縮径するテーパ状に突出した環状突出部 1 0 7 を有する弁座 1 0 4 a を設けるようにしてもよい。

この弁座 1 0 4 a は、弁体 1 2 6 が着座部 1 0 6 より離間した際に、環状突出部 1 0 7 によって形成されたオリフィス 1 0 9 を介して第 1 連通室 1 1 6 と第 2 連通室 8 4 とを連通させている。

これにより、第 1 ポート 1 6 から第 2 ポート 1 8 側に向かって水素が流通する際に、弁座 1 0 4 a の環状突出部 1 0 7 のオリフィス 1 0 9 によってその流量が制限されるため、第 2 連通室 8 4 に設けられたダイヤフラム 9 2 に付与される荷重を低減することができる。そのため、第 1 ポート 1 6 に設けられていた絞り部材 1 2 7（図 3 参照）の代わりに、弁座 1 0 4 a の環状突出部 1 0 7 のオリフィス 1 0 9 によって第 2 連通室 8 4 を流通する圧力流体（水素）の流量を好適に抑制させることができ、ダイヤフラム 9 2 の耐久性を向上させることができる。

また、弁座 1 0 4 a に対して環状突出部 1 0 7 を一体的に形成しているため、その組付け作業工数を削減することができると共に、部品点数を削減することが可能となる。

さらにまた、図 9 に示されるように、絞り部材 1 2 7（図 3 参照）の代わりとして、弁座 1 0 4 の内周面に、例えば、樹脂製材料からなるアダプタ 1 1 1 を固定してもよい。このアダプタ 1 1 1 は、弁座 1 0 4 の内周面に沿って装着され、その略中央部に形成されるオリフィス 1 1 3 の内部にシャフト 4 6 の第 2 軸部 5 0 が挿通されている。

これにより、第 1 ポート 1 6（図 3 参照）から第 2 ポート 1 8 側に向かって水素が流通する際に、弁座 1 0 4 の内部に設けられたアダプタ 1 1 1 のオリフィス 1 1 3 によってその流量が制限されるため、第 2 連通室 8 4 に設けられたダイヤフラム 9 2 に付与される荷重を低減することができる。そのため、第 1 ポート 1 6 に設けられていた絞り部材 1 2 7（図 3 参照）の代わりに、弁座 1 0 4 に設けられたアダプタ 1 1 1 のオリフィス 1 1 3 により好適に第 2 連通室 8 4 を流通す

る圧力流体（水素）の流量を抑制させることができ、ダイヤフラム 9 2 の耐久性を向上させることができる。

その際、アダプタ 1 1 1 を弁座 1 0 4 に対して着脱自在に設けることにより、第 1 連通室 1 1 6 から第 2 連通室 8 4 への水素の流通量を変更する際、前記アダプタ 1 1 1 のオリフィス 1 1 3 の内周径が異なる別のアダプタを装着することにより簡便に対応することができる。

そのため、第 1 連通室 1 1 6 から第 2 連通室 8 4 への水素の流通量を所望の流量に変更する際、弁座 1 0 4 全体を交換する必要がなく、アダプタ 1 1 1 のみを交換することで対応可能であるためコストの削減を図ることができる。

10 なお、上述した弁座 1 0 4 a（図 8 参照）又は、弁座 1 0 4 の内周面にアダプタ 1 1 1 を設けると同時に、第 1 ポート 1 6 に絞り部材 1 2 7 を設けるようにしてもよい。

一方、弁体 1 2 6 が着座する着座部 1 0 6 の上面は、第 1 ポート 1 6 における第 1 通路 1 2 3 の内周面の下側よりも上方となるように設けられている。

15 すなわち、燃料電池スタック 2 0 2（図 1 参照）から第 1 連通室 1 1 6 の内部に導入される水素は、加湿されているために水分が含有されており、前記水分が第 1 連通室 1 1 6 の内部に溜まるおそれがある。その際、第 1 連通室 1 1 6 の内部に溜まった前記水分の水面位置は、第 1 通路 1 2 3 における内周面の下側と略同一高さとなる。これにより、第 1 連通室 1 1 6 の内部に溜まった水分が、着座部 1 0 6 に着座する弁体 1 2 6 と接触することがない。

20 そのため、前記水分が、寒冷地等の低温状況下に第 1 連通室 1 1 6 の内部で仮に凍結した場合であっても、前記弁体 1 2 6 及び着座部 1 0 6 が前記水分によって凍結することがなく、低温状況下においてもシャフト 4 6 の変位作用下に確実に弁体 1 2 6 を変位させることができる。

25 一方、図 5 に示されるように、第 2 バルブボディ 2 2 の側面に形成されるエア抜きポート 8 6 には、図示しないチューブと接続される継手部材 1 0 8 が外部より装着されている。

この継手部材 1 0 8 は金属製材料からなり、エア抜きポート 8 6 に装着される接続部 1 1 2 が略水平に形成されると共に、前記接続部 1 1 2 より上方に向かっ

て所定角度傾斜するように傾斜部 1 1 4 が形成されている。継手部材 1 0 8 は、その内部に形成される通路 1 1 5 を介してエア抜きポート 8 6 と連通している。なお、前記継手部材 1 0 8 は、前記傾斜部 1 1 4 に接続される図示しないチューブを介して大気開放されている。

5 そして、エア抜きポート 8 6 の内部には、該エア抜きポート 8 6 と略直交するようにフランジ部 6 2 に第 1 連通路（流体通路） 7 2 が形成され、前記第 1 連通路 7 2 と対向する位置には第 3 連通路（連通路） 1 1 0 が形成される。この第 3 連通路 1 1 0 は、第 1 連通路 7 2 と連通するように形成されている。

すなわち、ダイヤフラム 9 2 の屈曲部 9 6 とフランジ部 6 2 の上面との間の空間 1 0 0 は、第 2 連通路 7 4、流体通路 7 0、第 1 連通路 7 2 及び第 3 連通路 1 1 0 を介して継手部材 1 0 8 の内部と連通している。

図 3～図 5 に示されるように、ソレノイド部 1 4 のコイル 3 2 に電流が供給され、該コイル 3 2 が励磁状態になることにより前記コイル 3 2 が発熱する。その場合、ダイヤフラム 9 2 の屈曲部 9 6 とフランジ部 6 2 の上面との間に画成される空間 1 0 0 の内部の流体が、コイル 3 2 の発熱作用下に温度上昇して膨張し、
15 その体積が増大する。なお、その際、前記空間 1 0 0 は、第 2 連通路 7 4、流体通路 7 0、第 1 及び第 3 連通路 7 2、1 1 0、継手部材 1 0 8 を介して大気と連通しているため、前記空間 1 0 0 の内部で膨張した流体が外部へと排気される。

その結果、空間 1 0 0 の内部で膨張した流体の圧力作用下にダイヤフラム 9 2 とシャフト 4 6 とが上方（矢印 A 方向）へと変位し、それに伴って弁体 1 2 6 が
20 着座部 1 0 6 から離間して弁開状態となってしまうことを防止することができる。

また、燃料電池用電磁弁 1 0 の下部に設けられるケーシング 1 2 は、金属製材料から断面略 U 字状に形成され、その略中央部には下方に向かって所定長だけ突出した薄肉円筒部 2 6 が設けられている。そして、薄肉円筒部 2 6 の内周径は、
25 後述する可動コア 3 6 の外周径よりも大きく形成される。すなわち、可動コア 3 6 がソレノイド部 1 4 の励磁作用下に変位する際、前記可動コア 3 6 が薄肉円筒部 2 6 の内部を軸線方向に沿って変位可能な直径に形成されている。

そのため、軸線方向に沿って変位する可動コア 3 6 の直径に対応させてケーシング 1 2 における薄肉円筒部 2 6 のみを下方に突出させることにより、前記ケー

シング 1 2 全体を下方に突出させた場合と比較して小型化することができる。

さらに、薄肉円筒部 2 6 の内部には、上方に向かって突出したばねガイド部 2 8 が形成され、前記ばねガイド部 2 8 には、後述する第 1 ばね部材 4 2 の一端部が係着されている。

- 5 また、ケーシング 1 2 の側面には、図示しない電源よりソレノイド部 1 4 に電流を供給するためのリード線（図示せず）が接続されるコネクタ部 3 0（図 2 及び図 5 参照）が設けられている。

- 10 このソレノイド部 1 4 は、前記ケーシング 1 2 の内部に配設され、コイル 3 2 が巻回されたボビン 3 4 と、前記コイル 3 2 の励磁作用下に軸線方向に沿って変位自在に設けられる円筒状の可動コア 3 6 と、前記コイル 3 2 が巻回されたボビン 3 4 を囲繞するカバー部材 3 8 とを備える。また、ソレノイド部 1 4 は、前記ケーシング 1 2 の上端部を閉塞するように配設されるシャフトガイド 4 0 と、前記可動コア 3 6 とケーシング 1 2 のばねガイド部 2 8 との間に介装され、前記可動コア 3 6 を前記薄肉円筒部 2 6 から離間する方向に付勢する第 1 ばね部材 4 2 とを有している。
- 15

ボビン 3 4 の下面は、ケーシング 1 2 の下部に載置されるように配設され、前記ボビン 3 4 の内周径は、ケーシング 1 2 における薄肉円筒部 2 6 の内周径と略同等となるように形成されている。

- 20 また、ボビン 3 4 の内部には、磁性金属製材料からなる円筒状の可動コア 3 6 が軸線方向に沿って挿通自在に設けられている。そして、可動コア 3 6 の外周面は、ボビン 3 4 の内周面と所定間隔離間するように設けられている。すなわち、可動コア 3 6 が軸線方向に沿って変位する際、該可動コア 3 6 の外周面がボビン 3 4 の内周面に接触することがなく、前記可動コア 3 6 とボビン 3 4 との摩耗が防止される。

- 25 可動コア 3 6 の略中央部には、軸線方向に沿って形成された貫通孔 4 4 を介して長尺なシャフト 4 6 の一端部が挿通されている。

シャフト 4 6 は、その一端部側に可動コア 3 6 の内部に挿通される第 1 軸部 4 8 が形成され、他端部側には弁体 1 2 6 に係合される第 2 軸部 5 0 が形成されている。また、第 1 軸部 4 8 と第 2 軸部 5 0 との間には、シャフトガイド 4 0 の内

部を挿通する第3軸部52が形成され、前記第3軸部52と第2軸部50との間には、段差部54を介して拵径部46aが形成されている。なお、シャフト46の直径は、第2軸部50、第1軸部48、第3軸部52の順番に大きくなるように形成されている。

5 5 なお、可動コア36における貫通孔44の内周径は、該貫通孔44の内部に挿通される第1軸部48の軸径よりも若干大きく形成されている。そして、シャフト46に対して可動コア36を組み付ける際、前記可動コア36の貫通孔44を第1軸部48へと挿通し、該可動コア36の上端面を第3軸部52の下面に当接させている。

10 10 また、シャフト46の外周面には、フッ素コーティングが施されているため、前記シャフト46が変位する際、前記第3軸部52が摺動するシャフトガイド40の挿通孔66との摺動抵抗が低減する。これにより、シャフト46及びシャフトガイド40の摩耗が低減し、耐久性を向上させることができる。また同時に、シャフト46が前記挿通孔66の内部を摺動する際に発生する摩耗粉の発生を抑
15 15 制することができる。

さらに、シャフト46の外周面に施されたフッ素コーティングには、水分をはじく撥水効果があるため、シャフト46の外周面に水分が付着することがなくシャフト46の錆びを防止し、前記シャフト46の耐久性を向上させることができる。

20 20 一方、可動コア36における貫通孔44の下方には、ケーシング12のばねガイド部28と対向する位置にばね受孔56が形成されている。ばね受孔56は、貫通孔44より半径外方向に拵径し、下方に向かって徐々に拵径するテーパ状に形成される。ばね受孔56には、ケーシング12のばねガイド部28に係着される第1ばね部材42の他端部側に係着されている。

25 25 そして、ばね受孔56とばねガイド部28との間に第1ばね部材42を介装することにより、前記可動コア36の上端面が、第1ばね部材42の弾発力によってシャフト46の第3軸部52の下面へと押圧された状態で組み付けられる。すなわち、可動コア36をシャフト46に対して簡便に組み付けることができる。また、可動コア36の上部には、その略中央部に所定長だけ突出した凸部58が

形成されている。

ケーシング 1 2 の内部に設けられるカバー部材 3 8 は樹脂製材料から断面略 C 字状に形成され、その上部側が、ボビン 3 4 の上部とシャフトガイド 4 0 のフランジ部 6 2 との間に挟持され、その下部側がケーシング 1 2 とボビン 3 4 の下部との間に挟持されている。そして、カバー部材 3 8 の外周側は、ボビン 3 4 とケーシング 1 2 の内周面との間に挟持されている。すなわち、カバー部材 3 8 によってコイル 3 2 が巻回されたボビン 3 4 が囲繞されている。

また、カバー部材 3 8 の下面には、環状溝を介してシール部材 6 0 e が装着され、このシール部材 6 0 e がケーシング 1 2 に当接することにより前記ケーシング 1 2 の内部の気密が保持されると共に、カバー部材 3 8 の上部側の内周側端部とシャフトガイド 4 0 のフランジ部 6 2 との間に装着されるシール部材 6 0 f によってケーシング 1 2 の内部の気密を保持している。

シャフトガイド 4 0 は、磁性金属製材料により断面略 T 字状に形成され、半径外方向に拡径して形成されるフランジ部 6 2 を介して第 2 バルブボディ 2 2 とソレノイド部 1 4 との間に挟持されている。このフランジ部 6 2 の下方側には、前記フランジ部 6 2 より半径内方向に縮径して下方へと突出したガイド部 6 4 が形成され、前記ガイド部 6 4 がボビン 3 4 の内部に挿入されている。

さらに、ガイド部 6 4 の略中央部には、軸線方向に沿って形成される挿通孔 6 6 を介してシャフト 4 6 の第 3 軸部 5 2 が変位自在にガイドされている。その際、第 3 軸部 5 2 の外周面と挿通孔 6 6 の内周面との間に画成されるクリアランスを微小（例えば、 $10 \sim 50 \mu\text{m}$ の範囲内とする。なお、 $10 \mu\text{m}$ 未満でシャフト 4 6 の作動限界となる）とすることにより、一層確実にシャフト 4 6 を軸線方向に沿って高精度に変位させることができる。

これにより、弁体 1 2 6 を着座部 1 0 6 に対してより一層確実に着座させることができると共に、前記弁体 1 2 6 の着座部 1 0 6 への着座位置を安定させることができる。これにより、弁体 1 2 6 の低温状況下における再着座性を良好とすることができる。

シャフトガイド 4 0 におけるガイド部 6 4 には、可動コア 3 6 の凸部 5 8 に対向する位置に凹部 6 8 が形成されている。前記凹部 6 8 の軸線方向に沿った高さ

は、前記凸部 5 8 の軸線方向に沿った高さと同様もしくは若干高くなるように形成されている。そして、前記凹部 6 8 の直径を凸部 5 8 の直径よりも大きく形成することにより、可動コア 3 6 の上方への変位作用下に凸部 5 8 が凹部 6 8 へと挿入される。

- 5 シャフトガイド 4 0 におけるフランジ部 6 2 の内部には、図 5 に示されるように、その側面から半径内方向に向かって略水平方向に延在する流体通路 7 0 が形成されている。

- また、フランジ部 6 2 の外周側には、流体通路 7 0 と略直交するように第 1 連通路 7 2 が上方へ向かって形成されると共に、その内周側には、前記流体通路 7
10 0 と略直交するように第 2 連通路 7 4 が上方に向かって形成されている。そして、第 1 及び第 2 連通路 7 2、7 4 が、それぞれ流体通路 7 0 と連通している。

- この流体通路 7 0 には、フランジ部 6 2 の外周側より球状の閉塞プラグ 7 6 が圧入されている。この際、流体通路 7 0 に圧入される閉塞プラグ 7 6 の直径は、前記流体通路 7 0 の直径よりも若干大きく形成されているため、前記閉塞プラグ
15 7 6 によって流体通路 7 0 の外部との連通状態が遮断され、流体が前記流体通路 7 0 を介してフランジ部 6 2 の側面から外部へと漏出することが防止される。なお、前記閉塞プラグ 7 6 は、第 1 連通路 7 2 よりフランジ部 6 2 の外周側となる位置に圧入される。

- さらに、フランジ部 6 2 には、軸線方向に沿って貫通した孔部 7 8 a が形成され、前記孔部 7 8 a には円柱状の係止ピン 8 0 が装着されている。そして、前記
20 孔部 7 8 a に装着された前記係止ピン 8 0 の上部を、第 1 バルブボディ 2 0 の下面に形成される孔部 7 8 b に挿入することにより、フランジ部 6 2 に対して第 1 バルブボディ 2 0 が位置決めされる。

- 弁機構部 2 4 は、第 2 バルブボディ 2 2 の第 1 連通室 1 1 6 の内部に配設され、
25 シャフト 4 6 の軸線方向に沿った変位作用下に変位する弁体 1 2 6 と、前記弁体 1 2 6 の上面と蓋部材 1 2 0 との間に介装される第 2 ばね部材 1 2 8 とからなる。第 2 ばね部材 1 2 8 は、弁体 1 2 6 を蓋部材 1 2 0 から離間する方向（矢印 B 方向）に付勢すると共に、前記蓋部材 1 2 0 の下面から弁体 1 2 6 に向かって徐々に縮径するテーパ状に形成されている。

弁体 1 2 6 には、弁座 1 0 4 の着座部 1 0 6 と対向する位置に所定深さだけ窪んだ第 1 溝部 1 3 0 が形成され、前記第 1 溝部 1 3 0 には弾性材料から環状に形成される第 1 弾性部材 1 3 2 が装着されている。第 1 弾性部材 1 3 2 に採用される弾性材料は、低温状況下（例えば、マイナス 2 0℃）においてもその弾性特性が保持される。

そして、弁体 1 2 6 が、シャフト 4 6 の変位作用下に下方（矢印 B 方向）へと変位し、第 1 弾性部材 1 3 2 が着座部 1 0 6 に着座した際、前記第 1 弾性部材 1 3 2 が弾性材料で形成されているため、弁体 1 2 6 によって確実にシールすることができる。なお、第 1 弾性部材 1 3 2 は、寒冷地等の低温状況下においてもその弾性機能が低下することがないため、低温状況下においても確実にシールすることができる。

また、弁体 1 2 6 の上面には、蓋部材 1 2 0 のストッパ部 1 2 2 と対向する一に所定深さだけ窪んだ第 2 溝部 1 3 4 が形成され、前記第 2 溝部 1 3 4 を介して弾性材料からなる第 2 弾性部材 1 3 6 が装着される。

すなわち、シャフト 4 6 の変位作用下に弁体 1 2 6 が上方（矢印 A 方向）へと変位した際、前記弁体 1 2 6 の上面に設けられた第 2 弾性部材 1 3 6 がストッパ部 1 2 2 に当接することにより、該第 2 弾性部材 1 3 6 によって弁体 1 2 6 が当接した際の衝撃を緩和し、弁体 1 2 6 がストッパ部 1 2 2 に当接した際に発生する衝撃音を低減することができる。換言すると、第 2 弾性部材 1 3 6 は、弁体 1 2 6 がストッパ部 1 2 2 に当接した際の衝撃を吸収するアブソーバ機能を有している。

さらに、弁体 1 2 6 に設けられる第 1 及び第 2 弾性部材 1 3 2、1 3 6 は、弁体 1 2 6 の下面及び上面からそれぞれ軸線方向に若干突出するように設けられている。このため、第 1 弾性部材 1 3 2 を下面から所定長だけ突出させることにより、着座部 1 0 6 に確実に着座させてシールできると共に、第 2 弾性部材 1 3 6 を上面から所定長だけ突出させることにより、弁体 1 2 6 がストッパ部 1 2 2 に当接した際の衝撃を好適に緩和させることができる。

なお、予め第 1 弾性部材 1 3 2 を弁体 1 2 6 の下面より突出するように成形した後、切削等の後加工によって第 1 弾性部材 1 3 2 の着座部 1 0 6 に着座する当

接面を略平面状となるように加工してもよい。

すなわち、弾性材料により成形された第1弾性部材132の当接面の状態にかかわらず、後加工によって前記当接面を略平面状とすることにより、略平面状に加工された当接面によって一層確実にシールすることができる。そのため、第1
5 弾性部材132の当接面が着座部106に確実に着座し、第1連通室116の内部を流通する水素の漏出を確実に防止することができる。

一方、第1弾性部材132における着座部106との当接面及び第2弾性部材136におけるストッパ部122との当接面には、フッ素コーティングが施されている。このように、弾性材料からなる第1及び第2弾性部材132、136の
10 表面にフッ素コーティングを施すことにより、弁体126の変位作用下に第1及び第2弾性部材132、136の当接面がそれぞれストッパ部122及び着座部106に当接した際に貼着することを防止することができる。

また、第1及び第2弾性部材132、136に施されたフッ素コーティングは、水分をはじく撥水効果を有するため、前記第1及び第2弾性部材132、136
15 に水分が付着することを防止することができる。すなわち、燃料電池用電磁弁10を寒冷地等の低温状況下で使用した場合においても、第1及び第2弾性部材132、136に水分が付着して凍結することがないため、凍結によって弁体126の円滑な動作が妨げられることがない。

なお、このフッ素コーティングは、第1及び第2弾性部材132、136の当
20 接面にのみ施される場合に限定されるものではなく、前記第1及び第2弾性部材132、136の表面全体にフッ素コーティングを施してもよいし、前記第1及び第2弾性部材132、136の全体をフッ素系のゴム材料で形成するようにしてもよい。

さらに、弁体126の上面に形成される第1溝部130と、前記弁体126の
25 下面に形成される第2溝部134とは、図3及び図4に示されるように、前記弁体126の軸線方向に沿って形成される成形通路138を介して連通している。

そのため、第1及び第2弾性部材132、136を成形する際、第1溝部130又は第2溝部134のいずれか一方に弾性材料を充填することにより、前記弾性材料が成形通路138を介して第2又は第1溝部134、130にも充填され

る。その結果、第1及び第2弾性部材132、136を成形通路138を介して一体的に成形することができるため、コストを低減することができると共に、第1及び第2弾性部材132、136の成形工程を短縮化することができる。

5 そして、第1及び第2弾性部材132、136は、成形通路138の内部に充填された弾性材料によって連結された状態にあるため、前記連結部位によって第1及び第2弾性部材132、136がそれぞれ第1溝部130及び第2溝部134から脱落することが防止される。

10 また、弁体126の下面に形成される係合孔140には、シャフト46の他端部側に形成される第2軸部50が挿入されている。なお、係合孔140の直径は、第2軸部50の軸径よりも大きく形成されているため、前記第2軸部50の外周面と係合孔140の内周面との間に半径方向のクリアランスを有する状態で係合されている。

15 その際、第2ばね部材128が、蓋部材120から弁体126に向かって縮径するテーパ状に形成されているため、前記第2ばね部材128の弾発力は、弁体126をシャフト46の上部へと押圧する方向（矢印A方向）と、前記弁体126を外周側から半径内方向へと押圧する方向とが合わされた状態で付勢されている。

20 そして、弁体126は、第2ばね部材128の弾発力によって係合孔140を介して常にシャフト46に対して押圧されていると共に、常に半径内方向へと押圧されているため、前記シャフト46の上部が、係合孔140の内部に好適に保持される。これにより、係合孔140の内部に係合されたシャフト46の上部が該係合孔140より脱抜することがない。

25 その結果、ソレノイド部14の励磁作用下に変位するシャフト46が何らかの原因により燃料電池用電磁弁10の軸線に対して傾斜した場合においても、前記弁体126は、係合孔140とシャフト46との間に画成されたクリアランスによって前記シャフト46の傾きを吸収することができる。そのため、シャフト46が傾斜した際、前記シャフト46の傾斜の影響を受けることなく第2ばね部材128の弾発力によって弁体126を着座部106に確実に着座させることができる。

また同様に、弁体 1 2 6 が何らかの原因により燃料電池用電磁弁 1 0 の軸線に対して傾斜した場合においても、係合孔 1 4 0 とシャフト 4 6 との間に画成されたクリアランスによって弁体 1 2 6 の傾きを吸収することができる。そのため、シャフト 4 6 が軸線方向に変位する際に、前記弁体 1 2 6 の傾斜の影響を受けることなく軸線方向に沿って円滑に変位させることができる。

本発明の第 1 の実施の形態に係る燃料電池用電磁弁 1 0 は、基本的には以上のように構成されるものであり、次にその動作並びに作用効果について説明する。

図 1 に示されるように、燃料電池システム 2 0 0 において、燃料電池用電磁弁 1 0 の第 1 ポート 1 6 は、図示しないチューブを介して燃料電池スタック 2 0 2 の内部の水素を排気するための水素排出口 2 1 8 (図 1 参照) に接続される。

図 3 は、コイル 3 2 に対してコネクタ部 3 0 より電流を供給していない非励磁状態にあり、弁体 1 2 6 の第 1 弾性部材 1 3 2 が着座部 1 0 6 に着座して第 1 ポート 1 6 と第 2 ポート 1 8 との連通が遮断されたオフ状態 (弁閉状態) を示している。

このようなオフ状態において、図示しない電源を付勢してコイル 3 2 に通電することにより該コイル 3 2 が励磁され、その励磁作用下に磁束が前記コイル 3 2 から可動コア 3 6 へと向かい、再びコイル 3 2 に復帰して周回するように発生する。

そして、図 4 に示されるように、可動コア 3 6 が軸線方向に沿った上方 (矢印 A 方向) へと変位し、前記可動コア 3 6 に挿通されたシャフト 4 6 を介して弁体 1 2 6 が第 2 ばね部材 1 2 8 の弾発力に抗して着座部 1 0 6 から離間する。

その際、弁体 1 2 6 が上方 (矢印 A 方向) へ変位して第 2 弾性部材 1 3 6 がストッパ部 1 2 2 へと当接した際、前記第 2 弾性部材 1 3 6 によって弁体 1 2 6 への衝撃が緩和されると共に、当接した際に発生する衝撃音が低減される。

その結果、燃料電池用電磁弁 1 0 がオフ状態からオン状態 (弁開状態) に切り換わり、燃料電池スタック 2 0 2 の内部において余剰した水素が、前記燃料電池スタック 2 0 2 の水素排出口 2 1 8 から導出され、前記水素が図示しないチューブを介して第 1 ポート 1 6 から導入される。そして、第 1 ポート 1 6 から導入された水素は、絞り部材 1 2 7 のオリフィス 1 2 5 によって所定の流量に絞られて

減圧された後、第1連通室116から弁座104の内部を介して第2連通室84へと流通して第2ポート18から導出される。

また、このようなオン状態において、再び弁体126が着座部106に着座して第2ポート18と第1ポート16との連通が遮断されたオフ状態とする場合には、図示しない電源よりコイル32に通電されていた電流を停止することにより前記コイル32が非励磁状態となり、可動コア36が下方へと変位する。また略同時に、前記弁体126が第2ばね部材128の弾発力によって下方（矢印B方向）へと押圧される。そして、第2ばね部材128の弾発力によって弁体126が着座部106へと着座することにより、第2連通室84と第1連通室116との連通が遮断され、第1ポート16と第2ポート18との連通が遮断された状態となる。

以上のように、第1の実施の形態では、第1ポート16の第1通路123における下面より弁体126の着座部106が上方となるように形成している。そのため、第1ポート16から導入される水素に含有される水分が、第1連通室116の内部に溜まって低温状況下において凍結した場合においても、弁体126及び着座部106が凍結することがない。その結果、凍結によって前記弁体126の円滑な動作が妨げられることがなく、低温状況下においても弁体126を着座部106に対して安定かつ確実に着座・離間させることができる。

また、第1の実施の形態では、シャフト46の段差部54と該シャフト46に圧入される圧入固定部材93の端部とによって挟持されたダイヤフラム92の略中央部を、第2ポート18の第2通路88における下面から上方となるように形成している。

これにより、第1ポート16から導入される水素に含有される水分が、第2連通室84の内部に溜まり、低温状況下において凍結した場合においても、ダイヤフラム92の可動部位が凍結することがない。そのため、凍結によって前記ダイヤフラム92の円滑な動作が妨げられることがなく、低温状況下においてもダイヤフラム92をシャフト46の変位作用下に軸線方向に変位させることができる。

すなわち、第1及び第2連通室116、84の内部に水分が溜まり、寒冷地等の低温状況下において前記水分が凍結した場合においても、弁体126及びダイ

ダイヤフラム 9 2 の円滑な動作が妨げられることがなく確実に変位させることができるため、低温状況下においても水素を確実に排気させることができる。

さらに、第 1 の実施の形態では、第 2 バルブボディ 2 2 とソレノイド部 1 4 とを隔離するようにダイヤフラム 9 2 を設けることにより、加湿された水素が第 2 連通室 8 4 の内部に導入した際に前記水分がソレノイド部 1 4 の内部に進入することを防止することができる。そのため、低温状況下においてもシャフト 4 6 及び可動コア 3 6 の円滑な動作が妨げられることがなく、円滑かつ確実に変位させることができる。また、磁性金属製材料からなるシャフト 4 6 及び可動コア 3 6 が前記水分によって錆びることが防止されるため耐久性が低下することがない。

一方、ソレノイド部 1 4 でシャフト 4 6 がシャフトガイド 4 0 の挿通孔 6 6 の内部を摺動する際に摩耗粉等の塵埃が発生する。その際においても、ダイヤフラム 9 2 によって塵埃が第 2 連通室 8 4 へと進入することが防止される。

従って、第 2 連通室 8 4 から第 1 連通室 1 1 6 へと進入した塵埃が着座部 1 0 6 等に付着することにより弁体 1 2 6 による気密性が低下することがなく、前記塵埃が第 2 ポート 1 8 を介して燃料電池システム 2 0 0 の下流側へと流出することがない。

すなわち、第 2 バルブボディ 2 2 とソレノイド部 1 4 とを隔離するように弾性材料からなるダイヤフラム 9 2 を設けることにより、ソレノイド部 1 4 の内部に第 1 及び第 2 連通室 1 1 6、8 4 から水分が進入することが防止される。また、第 1 及び第 2 連通室 1 1 6、8 4 の内部にソレノイド部 1 4 で発生した塵埃が進入することが防止される。

さらにまた、第 1 の実施の形態では、フィルタ 1 2 4 の上流側の第 1 ポート 1 6 に、オリフィス 1 2 5 を有する絞り部材 1 2 7 を配設することにより、第 1 ポート 1 6 から第 2 ポート 1 8 側に向かって流通する圧力流体の流量が絞られ、該圧力流体が減圧される。従って、第 2 連通室 8 4 に設けられたダイヤフラム 9 2 に付与される荷重を低減することができ、前記ダイヤフラム 9 2 が許容範囲以上に変形することが阻止され、該ダイヤフラム 9 2 の耐久性を向上させることができる。

またさらに、第 1 の実施の形態では、絞り部材 1 2 7 によってフィルタ 1 2 4

側に余分な加湿水分が導入されることが抑制されるため、該フィルタ 1 2 4 が目詰まりすることを低減することができる。

また、第 1 の実施の形態では、フィルタ 1 2 4 の拡張端部 1 2 4 a が、第 1 環状段差部 1 2 9 a に突き当たるまで圧入して該フィルタ 1 2 4 を装着する。また、
5 同時に、絞り部材 1 2 7 の端部 1 2 7 a が、第 2 環状段差部 1 2 9 b に突き当たるまで圧入して該絞り部材 1 2 7 を前記フィルタ 1 2 4 と同軸状に直列に装着している。

従って、フィルタ 1 2 4 及び絞り部材 1 2 7 の圧入部位や該フィルタ 1 2 4 及び絞り部材 1 2 7 を係止する第 1 及び第 2 環状段差部 1 2 9 a、1 2 9 b をそれぞれ同軸加工することができるため、加工性を向上させることができる。また、
10 フィルタ 1 2 4 及び絞り部材 1 2 7 の圧入方向を一致させることにより組み付け工程が容易となり、良好な組み付け性を得ることができる。

さらに、第 1 の実施の形態では、例えば、高強度の基布をニトリルゴム（NBR）からなる薄肉のゴム状弾性体によって被覆した二層一体構造からなるダイヤ
15 フラム 9 2 を設けることにより、耐圧性を向上させることができる。従って、オリフィス 1 2 5 を有する絞り部材 1 2 7 による圧力流体の減圧作用と共働してダイヤフラム 9 2 の耐久性をより一層向上させることができる。

さらにまた、第 1 の実施の形態では、シャフト 4 6 に形成された段差部 5 4 と、該シャフト 4 6 の拡張部 4 6 a に圧入される圧入固定部材 9 3 の端部とによって
20 前記ダイヤフラム 9 2 の略中央を挟持することによりシール機能が発揮され、第 2 連通室 8 4 の気密性を好適に保持することができる。

またさらに、第 1 の実施の形態では、弁体 1 2 6 をソレノイド部 1 4 の軸線と同軸状で第 1 バルブボディ 2 0 の内部に設けている。これにより、前記弁体 1 2 6 を介して第 2 バルブボディ 2 2 の内部に導入される反応ガスに含有される塵埃
25 がダイヤフラム 9 2 によってソレノイド部 1 4 の内部に進入することを阻止することができる。

その際、弁体 1 2 6 をダイヤフラム 9 2 よりも第 1 ポート 1 6 から第 2 ポート 1 8 へと流通する反応ガスの上流側に設けることにより、前記ダイヤフラム 9 2 を前記弁体 1 2 6 よりも低圧に配設することができる。そのため、ダイヤフラム

9 2に付勢される圧力の影響を抑制することができ、可動コア 3 6 を介してシャフト 4 6 を変位させるソレノイド部 1 4 を小型化することができる。

また、第 1 の実施の形態では、絞り部材 1 2 7 に形成されたオリフィス 1 2 5 を着座部 1 0 6 から略水平方向に沿って所定距離離間させて配置している。

- 5 すなわち、弁体 1 2 6 の着座部 1 0 6 に対してオリフィス 1 2 5 の位置が近接しすぎるとエゼクタ作用（吸引作用）が営まれるため、オリフィス 1 2 5 の絞り作用を適正とすることができないためである。そこで、絞り部材 1 2 7 に形成されたオリフィス 1 2 5 と着座部 1 0 6 とを、エゼクタ作用が発揮されないような所定距離離間した位置にそれぞれ配置するとよい。

- 10 この場合、所定距離離間した絞り部材 1 2 7 と着座部 1 0 6 との間に、例えば、フィルタ 1 2 4 を配設することにより、前記離間スペースの有効利用がなされ、小型化を図ることができる。

- さらにまた、第 1 の実施の形態では、弁体 1 2 6 の第 1 及び第 2 溝部 1 3 0、1 3 4 に弾性材料からなる第 1 及び第 2 弾性部材 1 3 2、1 3 6 を設けることにより、弁体 1 2 6 が下方へと変位した際に第 1 弾性部材 1 3 2 を着座部 1 0 6 に当接させ、一層確実に第 2 連通室 8 4 と第 1 連通室 1 1 6 との気密を保持することができる。また、弁体 1 2 6 の上部に設けられた第 2 弾性部材 1 3 6 によって、弁体 1 2 6 が上方へと変位してストッパ部 1 2 2 に当接した際の前記弁体 1 2 6 に生じる衝撃を緩和すると共に、衝撃音を低減することができる。

- 20 またさらに、第 1 の実施の形態では、第 1 及び第 2 弾性部材 1 3 2、1 3 6 を弾性材料によって一体成形することにより、製造工程を短縮することができると共に、コストを低減することができる。

- また、第 1 の実施の形態では、ダイヤフラム 9 2 を、弁体 1 2 6 より軸線方向に沿った下方に設けることにより、第 1 及び第 2 連通室 1 1 6、8 4 の内部に導入される水素に塵埃が含まれていた場合、前記塵埃は重力の作用下に下方へと落下する。その際、下方へと落下した塵埃は、ダイヤフラム 9 2 によってソレノイド部 1 4 に進入することが防止される。

- 25 さらに、第 1 の実施の形態では、可動コア 3 6 の貫通孔 4 4 の内周面とシャフト 4 6 の第 1 軸部 4 8 の外周面との間のクリアランスを小さくすることにより、

貫通孔 4 4 の内部におけるシャフト 4 6 の軸線に対する傾き量を低減させることができる。そのため、シャフト 4 6 を軸線方向に沿ってより一層確実に変位させることができる。その結果、弁体 1 2 6 を着座部 1 0 6 に対してより一層確実に着座させることができると共に、前記弁体 1 2 6 の着座部 1 0 6 への着座位置を安定させることができる。

さらにまた、第 1 の実施の形態では、弁体 1 2 6 の係合孔 1 4 0 と、その内部に挿入されるシャフト 4 6 の第 3 軸部 5 2 の端部の外周面との間にクリアランスを設けている。これにより、シャフト 4 6 または弁体 1 2 6 が何らかの原因により軸線に対して傾斜した場合においても、前記クリアランスによって前記シャフト 4 6 または弁体 1 2 6 の傾きを吸収することができる。

そのため、シャフト 4 6 が傾斜した際、その影響を受けることなく第 2 ばね部材 1 2 8 のばね力によって弁体 1 2 6 を着座部 1 0 6 に確実に着座させることができると共に、前記弁体 1 2 6 が傾斜した際、その影響を受けることなくシャフト 4 6 を軸線方向に沿って円滑に変位させることができる。

このように、可動コア 3 6 の一端部側とシャフトガイド 4 0 の対向する端面をそれぞれ対応する凹凸形状（凸部 5 8 及び凹部 6 8 参照）とし、前記可動コア 3 6 の他端部側にサイドギャップを設けることにより、磁路構成部材に多少のばらつきが生じた際においても安定かつ大きな推力を得ることができる。

またさらに、第 1 の実施の形態では、ケーシング 1 2 に薄肉円筒部 2 6 が形成され、可動コア 3 6 の他端部が、その変位作用下に前記薄肉円筒部 2 6 の内部に重なるように設けられている。そのため、薄肉円筒部 2 6 へ磁束が流れることが規制され、可動コア 3 6 がシャフトガイド 4 0 から離間する方向に付勢される推力を低減することができる。

すなわち、薄肉円筒部 2 6 へ磁束が流れることが規制される磁路構成とすることにより、大きな推力が必要とされる弁開時のみに推力を付勢する出力特性とすることができる。また、弁閉状態とする際に付勢される推力を低減することにより小型化することができる。

次に、第 2 の実施の形態に係る燃料電池用電磁弁 3 0 0 を図 1 0 ～図 1 3 に示す。なお、上述した第 1 の実施の形態に係る燃料電池用電磁弁 1 0 と同一の構成

要素には同一の参照符号を付して、その詳細な説明を省略する。また、この第2の実施の形態に係る燃料電池用電磁弁300の動作については、第1の実施の形態に係る燃料電池用電磁弁10と同一であるため、その詳細な説明を省略する。

この第2の実施の形態に係る燃料電池用電磁弁300では、ソレノイド部14
5 と第1及び第2バルブボディ20、22とを隔離するためのダイヤフラム302を、シャフト304の第3軸部306に形成される一对の装着部308a、308bに一体的に装着するしている点、前記ダイヤフラム302の周縁部310を第2バルブボディ22の押え部312とシャフトガイド40との間に挟持している点で第1の実施の形態に係る燃料電池用電磁弁10と相違している。

10 このダイヤフラム302は、弾性材料（例えば、ゴム）からなり、その略中央部に形成され、シャフト304の装着部308a、308bに一体的に装着される連結部314と、前記連結部314より半径外方向へと延在する薄肉状のスカー
ート部316と、前記スカー
ート部316の外周端に形成される周縁部310とからなる。

15 連結部314が装着されるシャフト304の装着部308a、308bは、第3軸部306の第2軸部50側に半径外方向に拡径して形成されている。この装着部308a、308bは、第3軸部306の周面に沿って環状に形成されると共に、シャフト304の軸線方向に沿って所定間隔離間して一对となるように設けられている。そして、ダイヤフラム302の連結部314が、一对の装着部3
20 08a、308bの外周面を囲繞するように装着されている。

また、押え部312は、第2連通室116の内周面より半径内方向に突出して形成され、前記押え部312に形成される環状溝に周縁部310が装着され、前記シャフトガイド40の上面との間に挟持されている。そして、ダイヤフラム302によって第2連通室84の内部の気密を保持している。

25 なお、スカー
ート部316は、弾性材料から薄肉状に形成されているため、連結部314に一体的に連結されるシャフト304の変位作用下に撓曲自在に形成されている。

このように構成することにより、ダイヤフラム302の周縁部310を、半径内方向へと張り出した押え部312によって保持することにより、前記押え部3

1 2 が設けられていない場合と比較してダイヤフラム 3 0 2 の外径を小さくすることができる。そのため、ダイヤフラム 3 0 2 で圧力を受ける受圧面積が小さくなり、前記ダイヤフラム 3 0 2 に付勢される圧力が低減するため、耐久性を向上させることができる。

- 5 また、前記連結部 3 1 4 は、その内周側がシャフト 3 0 4 の装着部 3 0 8 a、3 0 8 b に係合された状態で加熱して焼き付けられている。なお、ダイヤフラム 3 0 2 の連結部 3 1 4 をシャフト 3 0 4 に対して一体的に連結する手段は、焼き付けに限定されるものではない。

- 10 さらに、ダイヤフラム 3 0 2 は、弁体 1 2 6 が弁座 1 0 4 に着座した状態において、ダイヤフラム 3 0 2 の連結部 3 1 4 とスカート部 3 1 6 との接続部位が、第 2 ポート 1 8 の第 2 通路 8 8 における内周面の下側（ソレノイド部 1 4 側）より軸線方向で上側となるように設けている。

- 15 そして、燃料電池スタック 2 0 2（図 1 参照）から第 2 連通室 8 4 の内部に導入される水素は、加湿されているため水分が含有されており、前記水分が第 2 連通室 8 4 の内部に溜まる場合がある。その際、第 2 連通室 8 4 の内部に溜まった前記水分の水面位置は、第 2 通路 8 8 における下側の内周面と略同一高さ、もしくはそれ以下となる。換言すると、ダイヤフラム 3 0 2 における連結部 3 1 4 とスカート部 3 1 6 との接続部位が溜まった水分の内部に進入することがない位置に設けられている。

- 20 これにより、第 2 連通室 8 4 の内部において、水分が寒冷地等の低温状況下に凍結した際、前記ダイヤフラム 3 0 2 の可動部位となる連結部 3 1 4 とスカート部 3 1 6 との接続部位が、前記水分によって凍結することがない。そのため、低温状況下においてもシャフト 3 0 4 の変位作用下にダイヤフラム 3 0 2 を確実に変位させることができる。

- 25 すなわち、ソレノイド部 1 4 と第 1 及び第 2 バルブボディ 2 0、2 2 とを隔離するように前記ダイヤフラム 3 0 2 を設けることにより、第 2 連通室 8 4 の内部に進入した塵埃等がソレノイド部 1 4 の内部に進入することを防止することができる。その結果、シャフト 3 0 4 とシャフトガイド 4 0 の挿通孔 6 6 との間に塵埃等が進入することによってシャフト 3 0 4 の円滑な動作が妨げられることがな

い。

なお、本発明の第 1 及び第 2 の実施の形態に係る燃料電池用電磁弁 1 0、3 0 0 においては、反応ガスとして水素排出部 2 1 6 から排気される余剰水素に用いるようにしているが、これに限定されるものではなく、例えば、エアー排出部 2 5 0 8 から排気されるエアーに用いるようにしてもよい。

請求の範囲：

1. 燃料電池から反応ガスを排気する燃料電池用電磁弁において、

5 前記反応ガスが導入される第1ポートと、前記第1ポートから導入された反応
ガスが排気される第2ポートとを有する本体部と、

前記本体部と連結されるケーシングの内部に配設され、電流により励磁作用を
伴うソレノイド部と、

前記ソレノイド部の励磁作用下に軸線方向に沿って変位するシャフトと、

前記本体部の内部に配設され、前記シャフトの一端部に係合される弁体と、

10 前記弁体が前記シャフトの変位作用下に着座・離間する弁座と、

前記シャフトに係着されて該シャフトの変位動作に伴って撓曲するダイヤフラ
ムと、

前記第1ポートに配設され、導入される反応ガスの流量を絞るオリフィスが形
成された絞り部材と、

15 を備えることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

2. 請求項1記載の燃料電池用電磁弁において、

前記第1ポートには、弁体が配設された室に連通する通路が形成され、前記通
路にはフィルタが装着され、前記絞り部材は、前記フィルタの上流側に隣接して
20 配設されることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

3. 請求項1記載の燃料電池用電磁弁において、

前記ダイヤフラムは、基布を薄肉の弾性材料によって被覆して形成され、該ダ
イヤフラムの略中央は、シャフトの段差部と、前記シャフトの拡径部に圧入され
25 る圧入固定部材とによって挟持されることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

4. 請求項1記載の燃料電池用電磁弁において、

前記弁体は、前記ソレノイド部の軸線と同軸上で前記本体部の内部に設けられ
ると共に、前記弁体を、前記ダイヤフラムよりも前記第1ポートから前記第2ポ

ートへと流通する反応ガスの上流側に設けられることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

5. 請求項 4 記載の燃料電池用電磁弁において、

- 5 前記ソレノイド部の内部に配設される固定コアと前記ダイヤフラムとの間に画成される空間は、排出通路を介して前記本体部の外部と連通し、前記空間の内部の流体が、前記本体部の外部へと排気されることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

6. 請求項 5 記載の燃料電池用電磁弁において、

- 10 前記排出通路は、前記固定コアの内部に形成される流体通路と、
前記流体通路と連通し、前記本体部の内部に形成される連通路と、
前記連通路及び前記本体部の外部に連通するエア抜きポートと、
を備えることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

15 7. 請求項 5 記載の燃料電池用電磁弁において、

前記シャフトの外周面と前記固定コアの内周面との離間距離が、 $10 \sim 50 \mu\text{m}$ の範囲内であることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

8. 請求項 1 記載の燃料電池用電磁弁において、

- 20 前記弁体には、前記シャフトの一端部側が係合される係合孔が形成され、前記シャフトの外周面と前記係合孔の内周面との間にクリアランスが設けられると共に、前記弁体を前記シャフト方向へと付勢するばね部材が設けられることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

25 9. 請求項 1 記載の燃料電池用電磁弁において、

前記弁体には、前記弁座に着座する一端面側に弾性材料からなる第 1 弾性部材が装着されると共に、前記端面とは軸線方向において反対となる他端面側に弾性材料からなる第 2 弾性部材が装着されることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

10. 請求項1記載の燃料電池用電磁弁において、

前記弁座は、前記第1ポートから導入される反応ガスの流量を絞る絞り機構を有することを特徴とする燃料電池用電磁弁。

5 11. 請求項1記載の燃料電池用電磁弁において、

前記シャフトは、フッ素樹脂によって表面処理が施されることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

12. 請求項1記載の燃料電池用電磁弁において、

10 前記燃料電池用電磁弁は、アノードとカソードとを有する燃料電池スタックを含む燃料電池システムに適用され、

前記燃料電池用電磁弁は、アノード側より排出された反応ガスを吸引するエゼクタとアノードとを接続する循環用通路に接続された水素排出部に設けられ、

15 前記水素排出部は、前記循環用通路を介して前記燃料電池スタックの内部における余剰の反応ガスを外部に排出することを特徴とする燃料電池用電磁弁。

13. 請求項12記載の燃料電池用電磁弁において、

前記燃料電池システムは、自動車を含む車両に搭載されることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

20

14. 燃料電池から反応ガスを排気する燃料電池用電磁弁において、

前記反応ガスが導入される第1ポートと、前記第1ポートから導入された反応ガスが排気される第2ポートとを有する本体部と、

25 前記本体部と連結されるケーシングの内部に配設され、電流により励磁作用を伴うソレノイド部と、

前記ソレノイド部の励磁作用下に軸線方向に沿って変位するシャフトと、

前記本体部の内部に配設され、前記シャフトの一端部に係合される弁体と、

前記弁体が前記シャフトの変位作用下に着座・離間する弁座と、

前記シャフトに係着されて該シャフトの変位動作に伴って撓曲するダイヤフラ

ムと、

前記弁体と前記ダイヤフラムとの間に設けられ、前記第1ポートから導入される反応ガスの流量を絞るオリフィスが形成された絞り機構と、
を備えることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

5

15. 請求項14記載の燃料電池用電磁弁において、

前記絞り機構は、前記弁座の内周面より前記シャフト側に向かって突出した環状突出部からなり、前記環状突出部には、反応ガスの流量を絞るオリフィスが形成されることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

10

16. 請求項14記載の燃料電池用電磁弁において、

前記絞り機構は、前記弁座の内周面に装着され、反応ガスの流量を絞るオリフィスを有するアダプタからなることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

15

17. 燃料電池から反応ガスを排気する燃料電池用電磁弁において、

前記反応ガスが導入される第1ポートと、前記第1ポートから導入された反応ガスが排気される第2ポートとを有する本体部と、

前記本体部と連結されるケーシングの内部に配設され、電流により励磁作用を伴うソレノイド部と、

20

前記ソレノイド部の励磁作用下に軸線方向に沿って変位するシャフトと、

前記本体部の内部に配設され、前記シャフトの一端部に係合される弁体と、

前記弁体が前記シャフトの変位作用下に着座・離間する弁座と、

前記ケーシングと前記本体部との間に設けられ、前記シャフトに係着されて、該シャフトの変位動作に伴って撓曲すると共に、前記ケーシングの内部に配設される前記ソレノイド部と前記本体部とを隔離して該ソレノイド部に対する前記反応ガスの漏出を防止する可撓性部材と、

25

を備えることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

18. 請求項17記載の燃料電池用電磁弁において、

前記可撓性部材は、弾性材料からなるダイヤフラムであり、

前記ダイヤフラムは、前記シャフトに一体的に装着される連結部と、

前記連結部より半径外方向に延在するスカート部と、

前記スカート部の外周に形成され、前記ソレノイド部の内部に配設される固定

5 コアと前記本体部との間に挟持される周縁部と、

を備え、

前記弁体が前記弁座に着座した際、前記シャフトと前記連結部との連結部位が、
前記第2ポートの前記ソレノイド部側の内周面下側より前記弁体側に配設される
ことを特徴とする燃料電池用電磁弁。

10

19. 請求項17記載の燃料電池用電磁弁において、

前記第1ポートの内部には、前記反応ガスに含有される塵埃を除去するフィル
タが装着されることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

15 20. 請求項17記載の燃料電池用電磁弁において、

前記弁体は、前記ソレノイド部の軸線と同軸上で前記本体部の内部に設けられ
ると共に、前記弁体を前記可撓性部材より前記第1ポートから前記第2ポートへ
と流通する反応ガスの上流側へ設けることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

20 21. 請求項18記載の燃料電池用電磁弁において、

前記ダイヤフラムの周縁部は、前記本体部の半径内方向に突出して形成される
押え部によって保持されることを特徴とする燃料電池用電磁弁。

22. 請求項17記載の燃料電池用電磁弁において、

25 前記燃料電池用電磁弁は、アノードとカソードとを有する燃料電池スタックを
含む燃料電池システムに適用され、

前記燃料電池用電磁弁は、アノード側より排出された反応ガスを吸引するエゼ
クタとアノードとを接続する循環用通路に接続された水素排出部に設けられ、

前記水素排出部は、前記循環用通路を介して前記燃料電池スタックの内部にお

ける余剰の反応ガスを外部に排出することを特徴とする燃料電池用電磁弁。

23. 請求項22記載の燃料電池用電磁弁において、

前記燃料電池システムは、自動車を含む車両に搭載されることを特徴とする燃料

5 電池用電磁弁。

要 約

- ケーシングの内部に配設されるソレノイド部と水素が内部に導入される第2バルブボディとの間に、ダイヤフラムを挟持するように配設する。また、第1バルブボディの第1通路には、網目状の有底円筒体からなるフィルタが装着され、前記フィルタの上流側の第1ポートには、第1及び第2連通室に向かって供給される水素の流量を絞るオリフィスが形成された絞り部材が装着される。前記絞り部材及びフィルタは、それぞれ同軸状に直列に配設される。
- 5